

**PENERAPAN ALGORITMA SIREGAR DALAM
PENYELESAIAN *RELAXED FIXED CHARGE*
TRANSPORTATION PROBLEM (RFCTP)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

MUHAMMAD QADAR RAMADHANSYAH

NRP : 153010030



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
2019**

**PENERAPAN ALGORITMA SIREGAR DALAM
PENYELESAIAN *RELAXED FIXED CHARGE*
TRANSPORTATION PROBLEM (RFCTP)**

Oleh

**Muhammad Qadar Ramadhansyah
NRP : 153010030**

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah D., MSIE)

(Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir. Toto Ramadhan, MT

ABSTRAK

Persoalan transportasi merupakan salah satu persoalan distribusi barang yang juga termasuk ke dalam pemrograman linier khusus yang bertujuan untuk membuat rencana transportasi barang dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Persoalan transportasi memiliki berbagai persoalan, salah satunya adalah persoalan transportasi yang tidak hanya mempertimbangkan ongkos variabel, tetapi juga mempertimbangkan ongkos tetapnya atau biasa disebut dengan Fix Charge Transportation Problem (FCTP). Dalam pemodelannya, FCTP merupakan pemrograman linier yang melibatkan variabel 0 – 1 akibat dari adanya pengiriman dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Hal ini berpengaruh terhadap proses penyelesaiannya yang mana apabila jumlah variabel yang dilibatkan semakin banyak maka proses penyelesaiannya akan semakin kompleks atau biasa disebut NP-Hard. Oleh sebab itu, perlu adanya suatu metode heuristik yang cenderung lebih mudah dan lebih cepat dalam pengerjaannya. Balinski (1961) telah mengusulkan penggunaan relaksasi ongkos tetap atau Relaxed Transportation Problem (RTP) pada formulasi FCTP biasa sehingga model yang awalnya melibatkan variabel 0 – 1 menjadi pemrograman linier biasa atau dapat disebut dengan Relaxed Fix Charge Transportation Problem (RFCTP). Ketika persoalan FCTP telah berubah menjadi model pemrograman linier biasa, maka dapat digunakan metode heuristik persoalan transportasi biasa, salah satunya Algoritma Siregar (2005). Algoritma Siregar (2005) merupakan suatu metode transportasi guna mencari solusi fisibel yang terdiri dari pencarian calon variabel basis sampai ditemukannya variabel basis yang selanjutnya menjadi dasar dalam pembentukan matriks transportasi dan perhitungan total ongkos transportasi. Pada penelitian ini, ditunjukkan bahwa penerapan Algoritma Siregar dalam penyelesaian RFCTP lebih baik dibandingkan dengan pendekatan yang dilakukan oleh Altassan, dkk (2018) serta Balinski (1961) dalam menyelesaikan persoalan yang sama.

Kata Kunci : FCTP, Relaksasi Ongkos Tetap, Algoritma Siregar

PENERAPAN ALGORITMA SIREGAR DALAM PENYELESAIAN *RELAXED FIXED CHARGE* *TRANSPORTATION PROBLEM* (RFCTP)

MUHAMMAD QADAR RAMADHANSYAH
NRP : 153010030

ABSTRACT

The issue of transportation is one of the problems of the distribution of goods which is also included in special linear programming which aims to plan goods transportation from a number of sources to a number of destinations. Transportation issues have a variety of problems, one of which is transportation problems that do not only consider variable costs, but also consider the fixed costs or commonly called Fix Charge Transportation Problem (FCTP). In its modeling, FCTP is a linear programming involving 0 - 1 variables due to the sending from a number of sources to a number of destinations. This has an effect on the settlement process which if the number of variables involved is more and more, the settlement process will be more complex or commonly called NP-Hard. Therefore, there needs to be a heuristic method that tends to be easier and faster in its process. Balinski (1961) has proposed the use of fixed-cost relaxation (Relaxed Transportation Problem (RTP) in ordinary FCTP formulations so that models that initially involve variables 0-1 become regular linear programming or can be called Relaxed Fix Charge Transportation Problem (RFCTP). When the FCTP problem has changed to an ordinary linear programming model, heuristic methods of ordinary transportation problems can be used, one of which is the Siregar Algorithm (2005). Siregar Algorithm (2005) is a method of transportation in order to find a feasible solution consisting of the search for potential variable candidates until the discovery of the base variable which then becomes the basis for the formation of the transportation matrix and calculation of the total transportation costs. In this study, it was shown that the application of the Siregar Algorithm in solving RFCTP was better than the approach taken by Altassan et al. (2018) and Balinski (1961) in solving the same problem.

Kata Kunci : *Keywords: FCTP, Relaxed Transportation Problem, Siregar Algorithm*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
Bab I Pendahuluan.....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-3
I.3 Tujuan Pembahasan.....	I-3
I.4 Lingkup Bahasan	I-3
I.5 Asumsi Model	I-4
I.6 Sistematika Penulisan Laporan	I-4
Bab II Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka	II-1
II.1 <i>Supply Chain Management</i> (SCM)	II-1
II.2 Distribusi	II-2
II.3 Pemrograman Linier.....	II-2
II.3.1 Model Pemrograman Linier.....	II-4
II.3.2 Asumsi dalam Model Pemrograman Linier.....	II-6
II.4 Pemrograman Linier Integer	II-7
II.4.1 Metode Pemecahan Pemrograman Linier Integer	II-8
II.4.2 Pemrograman Linier Integer Murni	II-9
II.4.3 Pemrograman Linier Integer Campuran	II-13
II.4.4 Pemrograman Linier Integer Biner	II-14
II.5 Transportasi	II-15
II.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Transportasi	II-16

II.5.2	Struktur Ongkos Transportasi	II-17
II.5.3	Model Transportasi	II-17
II.5.3.1	Keseimbangan Model Transportasi	II-19
II.5.3.2	Metode Pemecahan Model Transportasi	II-20
II.5.4	Model <i>Transshipment</i>	II-23
II.6	<i>Fixed Charge Transportation Problem</i> (FCTP).....	II-23
II.7	Algoritma Siregar	II-25
II.8	Penelitian FCTP	II-26
Bab III	Pengembangan Metode Heuristik dalam Penyelesaian <i>Relaxed Fix Charge Transportation Problem</i> (RFCTP).....	III-1
III.1	Identifikasi Model.....	III-1
III.2	Langkah-langkah Penelitian	III-1
III.3	Formulasi Model Fix Charge Transportation Problem (FCTP)	III-5
III.4	Relaksasi Ongkos Tetap.....	III-6
III.5	Metode Penyelesaian Usulan	III-8
III.6	Metode Pengukuran Performansi.....	III-12
Bab IV	Penerapan Metode Heuristik dalam Penyelesaian <i>Relaxed Fix Charge Transportation Problem</i> (RFCTP).....	IV-1
IV.1	Skenario Kasus	IV-1
IV.2	Implementasi Model	IV-2
IV.2.1	Pembuatan Formulasi RFCTP	IV-2
IV.2.2	Pencarian Solusi Fisibel.....	IV-3
IV.2.3	Perhitungan Total Ongkos Transportasi	IV-5
IV.3	Hasil Penyelesaian untuk Setiap Persoalan	IV-6
Bab V	Analisis dan Pembahasan	V-1
V.1	Perbandingan Antar Metode Heuristik.....	V-1
V.2	Perbandingan Metode Heuristik dengan Solusi Optimum FCTP	V-2
Bab VI	Penutup	VI-1
VI.1	Kesimpulan	VI-1
VI.2	Penutup	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Persoalan transportasi merupakan masalah yang sering dihadapi dalam pendistribusian barang (Siang, 2011: 174). Persoalan transportasi itu sendiri merupakan suatu persoalan yang membahas tentang pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (petani, pabrik, distributor, agen, dan lain sebagainya) kepada sejumlah tujuan (konsumen langsung maupun tidak langsung) dengan tujuan untuk meminimalkan ongkos perpindahan komoditas atau produk tersebut. Persoalan transportasi ini sering dihadapi oleh sejumlah perusahaan baik manufaktur maupun jasa, UMKM, ataupun pemerintah yang mana di dalam salah satu kegiatannya terdapat pendistribusian suatu komoditas ataupun produk. Persoalan transportasi ini merupakan persoalan yang membutuhkan biaya yang sangat besar. Bahkan, biaya transportasi dapat mengkonsumsi 50% dari total biaya logistik perusahaan (Srivastava dan Benton, 1990). Berdasarkan hal tersebut, maka persoalan transportasi ini penting untuk dibahas.

Pada umumnya, persoalan transportasi ini bertujuan untuk menentukan jumlah yang harus dikirimkan dari setiap sumber ke setiap tujuan sedemikian rupa sehingga biaya transportasi total dapat diminimumkan. Pada persoalan transportasi ini dinyatakan bahwa biaya transportasi di sebuah rute tertentu adalah proporsional secara langsung dengan jumlah unit yang dikirimkan. Definisi “unit transportasi” akan bervariasi bergantung pada jenis “barang” yang dikirimkan (Taha, 1996: 203). Dengan kata lain, persoalan transportasi umumnya hanya mempertimbangkan ongkos variabelnya saja (biaya yang proporsional terhadap jumlah unit yang dikirimkan). Padahal, pada kenyataannya, akan ada biaya lain yang tidak bergantung pada jumlah unit yang dikirimkan, sebagai contoh, biaya tol, biaya bahan bakar, konsumsi supir, pajak kendaraan, biaya asuransi supir dan kendaraan, biaya parkir, dan lain sebagainya atau bisa disebut dengan ongkos tetap. Oleh karena itu, perlu dibahas terkait dengan persoalan transportasi yang tidak hanya melibatkan ongkos variabel, tetapi juga ongkos tetap, atau biasa disebut dengan *Fixed Charge Transportation Problem (FCTP)*.

Fixed Charge Transportation Problem (FCTP) dirumuskan pertama kali dalam sebuah makalah oleh Hirsh dan Dantzig pada tahun 1954 (Robers dan Cooper, 1976: 126). Setelah itu, dikembangkan oleh Balinski pada tahun 1961 dengan tujuan untuk mencari metode pendekatan yang lebih mudah dalam menyelesaikan persoalan FCTP tersebut. Hasil pengembangan yang dilakukan oleh Balinski ini menjadi dasar bagi peneliti-peneliti selanjutnya, seperti Adlakha dan Kowalski (2003), Altassan, dkk (2018), Lev, dkk (2014), dan lain sebagainya.

Fixed Charge Transportation Problem (FCTP) itu sendiri merupakan persoalan transportasi dimana ongkos tetap dan ongkos variabel dipertimbangkan dalam perhitungannya. Ongkos tetap hanya akan dikeluarkan jika terjadi pengiriman dari sumber i ke tujuan j . Berdasarkan hal tersebut, FCTP merupakan persoalan NP-Hard (Altassan, El-Sherbiny, & Sasidhar, 2013) karena melibatkan variabel integer ($0 - 1$) atau waktu penyelesaiannya akan meningkat secara eksponensial terhadap penambahan variabelnya dan cukup sulit diselesaikan hingga mendapatkan solusi optimalnya. Oleh sebab itu, dibutuhkan metode heuristik yang cenderung lebih mudah dan cepat guna menyelesaikan persoalan FCTP ini. Balinski (1961) telah melakukan penelitian terkait dengan *Relaxed Transportation Problem* (RTP) yang berisikan relaksasi terhadap ongkos tetap. Altassan, dkk (2018) telah menerapkan RTP Balinski (1961) pada persoalan FCTP yang diadaptasi ke dalam metode *Vogel Approximation Method* (VAM). Siregar (2005) telah melakukan penelitian terkait dengan pembuatan algoritma pencarian solusi *feasible* dalam menyelesaikan persoalan transportasi biasa (hanya mempertimbangkan ongkos variabel).

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan metode penyelesaian heuristik yang baik dalam menyelesaikan persoalan FCTP dengan didasarkan pada Algoritma Siregar dan menggunakan pendekatan RTP Balinski (1961). Dikarenakan pendekatan RTP Balinski (1961) dilakukan, maka persoalan FCTP dapat disebut sebagai *Relaxed Fixed Charge Transportation Problem* (RFCTP). Algoritma Siregar yang mulanya hanya mempertimbangkan ongkos variabel, dikembangkan sehingga ongkos tetap pun menjadi dipertimbangkan. Sedangkan RTP Balinski (1961) digunakan karena dengan dipetimbangkannya ongkos tetap akibat terjadinya pengiriman, maka ongkos yang dipertimbangkan dalam persoalan transportasi ini menjadi 2 (dua) yaitu ongkos tetap dan ongkos

variabel serta melibatkan variabel 0 – 1. Hal ini menyebabkan proses perhitungan menjadi lebih kompleks ketika jumlah variabel meningkat. RTP Balinski (1961) berguna untuk merelaksasi ongkos tetap, sehingga model persoalan yang awalnya melibatkan variabel 0 – 1 diubah menjadi model pemrograman linier biasa dan ini mempermudah dalam proses penyelesaiannya.

Dalam menyelesaikan persoalan RFCTP ini, langkah yang dilakukan hanya mencapai pencarian solusi fisibel awal dan hasil yang ditunjukkan dalam solusi fisibel awal kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian yang sudah ada.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan Algoritma Siregar untuk menyelesaikan RFCTP?
2. Bagaimana performansi dari metode heuristik yang dikembangkan relatif terhadap solusi algoritma usulan Altassan, dkk (2018); solusi Balinski (1961); dan solusi optimum RFCTP menggunakan WinQSB yang ada?

I.3 Tujuan Pembahasan

Berdasarkan pada hasil perumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan Algoritma Siregar untuk menyelesaikan RFCTP.
2. Mengukur performansi dari metode heuristik yang dikembangkan terhadap solusi algoritma usulan Altassan, dkk (2018); solusi Balinski (1961); dan solusi optimum RFCTP menggunakan WinQSB.

I.4 Lingkup Bahasan

Guna menghasilkan penelitian yang lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai, maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Metode heuristik yang digunakan adalah Algoritma Siregar yang diterapkan untuk menyelesaikan persoalan RFCTP.

2. Data yang digunakan dalam penerapan model adalah data yang diambil dari *OR Library: Testcases for Transportation Problems, Fixed Charge Transportation Benchmark Problems* yang dapat diunduh pada situs <http://plato.asu.edu/ftp/lptestset/fctp/>.

I.5 Asumsi Model

Setiap model yang dibuat atau dikembangkan tentunya tidak dapat selalu digunakan untuk semua kondisi yang ada. Oleh sebab itu, dibutuhkan asumsi agar model tersebut dapat digunakan dan dapat memberikan hasil. Adapun asumsi pada metode heuristik yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Jumlah sumber dan kapasitas kirim diketahui dengan pasti.
2. Jumlah tujuan dan kebutuhan masing-masing tujuan diketahui dengan pasti.
3. Ongkos per unit yang di angkut (ongkos variabel) diketahui dengan pasti.
4. Ongkos yang dikeluarkan akibat mengirimkan sejumlah komoditi atau produk dari sumber ke tujuan (ongkos tetap) diketahui dengan pasti.

I.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir ini didasarkan pada ketentuan sistematika penulisan terkait dengan pemodelan yang dikeluarkan oleh Program Studi Teknik Industri UNPAS. Adapun isi dari laporan Tugas Akhir ini diuraikan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada Bab I ini berisikan tentang fenomena permasalahan yang terjadi terkait dengan persoalan transportasi dan kondisi penelitian yang telah dilakukan, perumusan masalah berdasarkan permasalahan yang diuraikan, pemaparan tujuan dari penelitian yang dilakukan, lingkup pembahasan yang berisikan tentang asumsi dan batasan penelitian, serta sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir.

Bab II Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka

Bab II ini berisikan tentang landasan teori terkait dengan persoalan transportasi secara umum maupun kasus FCTP secara khusus, serta hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan FCTP.

Bab III Pengembangan Metode Heuristik dalam Penyelesaian *Relaxed Fix Charge Transportation Problem* (RFCTP)

Pada Bab III ini berisikan tentang penjelasan terkait dengan model FCTP secara umum, RTP Balinski (1961) secara umum, dan metode penyelesaian usulan untuk menyelesaikan RFCTP.

Bab IV Penerapan Metode Heuristik dalam Penyelesaian *Relaxed Fix Charge Transportation Problem* (RFCTP)

Pada Bab IV ini berisikan tentang penerapan metode heuristik yang dikembangkan untuk menyelesaikan persoalan *Fix Charge Transportation Problem* (FCTP) yang terdapat dalam *OR Library: Testcases for Transportation Problems, Fixed Charge Transportation Benchmark Problems*.

Bab V Analisis dan Pembahasan

Pada Bab V ini berisikan tentang analisis dan pembahasan dari hasil yang didapatkan pada penerapan metode heuristik usulan yang telah dilakukan dengan tujuan untuk melihat bagaimana performansi metode heuristik yang diusulkan dibandingkan dengan solusi algoritma usulan Altassan, dkk (2018); solusi Balinski (1961); dan solusi optimum RFCTP menggunakan WinQSB.

Bab VI Penutup

Bab VI ini berisikan tentang kesimpulan dari apa yang telah dikerjakan sekaligus menjawab rumusan masalah yang sudah diuraikan. Kemudian, kesimpulan tersebut dapat dijadikan rekomendasi bagi peneliti yang akan mengembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlakha, V., & Kowalski, K. (2003). A simple heuristic for solving small fixed-charge transportation problems. *The International Journal of Management Science*, 205-211.
- Aguado, J. S. (2008). Fixed charge transportation problems: a new heuristic approach based on Lagrangean relaxation and the solving of core problems. *Annals of Operation Research*, 45-69.
- Altassan, K. M., El-Sherbiny, M. M., & Sasidhar, B. (2013). Near Optimal Solution for the Step Fixed Charge Transportation Problem. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 7(2), 661-669.
- Altassan, K. M., El-Sherbiny, M. M., Ragab, A. M., & Sasidhar, B. (2018). A Heuristic Approach for Solving the Fixed Charge Transportation Problems. *International Review of Management and Business Research Vol. 7 Issue. 2*, 330-337.
- Balaji, A. N., Nilakantan, J. M., Nielsen, I., Jawahar, N., & Ponnambalam, S. G. (2017). Solving fixed charge transportation problem with truck load constraint using metaheuristics. *Annals of Operations Research*, Vol. 273, 207-236.
- Balinski, M. (1961). Fixed Cost Transportation Problems. *Naval Research Logistics Quarterly*.
- Balinski, M. L. (1961). Fixed-Cost Transportation Problems. *Naval Research Logistics Quarterly*, 8, 41-54.
- Ballou, R. H. (1973). *Business Logistic Managements*. New Jersey: Prentice Hall inc.
- Bowersox, J. D. (2002). *Manajemen Logistik "Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dimiyati, T. T., & Dimiyati, A. (2018). *Operation Research, Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Hajiaghaei-Keshteli, M., Molla-Alizadeh-Zavarddehi, S., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2010). Addressing a nonlinear fixed-charge transportation problem using

- a spanning tree-based genetic algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 59, 259-271.
- Kotler, P. (1997). *Manajemen Pemasaran Analisis Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian (terjemahan Jaka Wasana)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kowalski, K., Lev, B., Shen, W., & Tu, Y. (2014). A fast and simple branching algorithm for solving small scale fix-charge transportation problem. *Operation Research Perspectives*, 1-5.
- Li, L. (2007). *Supply Chain Management: Concept, Techniques and Practices. Enhancing Value Through Collaboration*. USA: Old Dominion University.
- Lubis, A. N. (2004). Peranan Saluran Distribusi dalam Pemasaran Produk dan Jasa. *E-USU Repository: Universitas Sumatera Utara*.
- Molla-Alizadeh-Zavardehi, S., Mahmoodirad, A., & Rahimian, M. (2014). Step fixed charge transportation problems via genetic algorithm. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 7 (7), 949-954.
- Molla-Alizadeh-Zavardehi, S., Sanei, M., Soltani, R., & Mahmoodirad, A. (2013). Solving a step fixed charge transportation problem by a spanning tree-based memetic algorithm. *International Journal of Mathematical Modelling & Computations*, Vol. 04, No. 2, 177-187.
- OR Library: Testcases for Transportation Problems, Fixed Charge Transportation Benchmark Problems*. (n.d.). Retrieved from <http://plato.asu.edu/ftp/lptestset/fctp/>
- Raj, K. A., & Rajendran, C. (2011). A Hybrid Genetic Algorithm for Solving Single-Stage Fixed-Charge Transportation Problems. *Technology Operation Management, Volume 2, Issue 1*, 1-15.
- Raj, K. A., & Rajendran, C. (2012). A genetic algorithm for solving the fixed-charge transportation model: Two-stage problem. *Computers & Operation Research*, Volume 39, Issue 9, 2016-2032.
- Robers, P., & Cooper, L. (1976). A Study of The Fixed Charge Transportation Problem. *Computer and Mathematics with Applications*, 125-135.
- Sheng, Y., & Yao, K. (2012). Fixed charge transportation problem and its uncertain programming model. *Industrial Engineering & Management Systems*, Vol. 11, No. 2, 183-187.

- Siang, J. J. (2011). *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta: Andi.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. Singapore: McGraw-Hill International Edition.
- Siregar, A. B., Cakravastia, A., & Mariani, I. T. (2005). A Two Stages Algorithm to Solve Transportation Problem. *1st International Conference on Operations and Supply Chain Management*. Bali.
- Siregar, A. B., Yudhistira, T., Cakravastia, A., & Suprayogi. (2007). An Algorithm to Solve Fuzzy Transportation Problem. *Conference: The 2nd International Conference on Operations and Supply Chain Management*. Bangkok.
- Srivastava, R., & Benton, W. C. (1990). The location routing problem: Considerations in physical distribution system. *Computers and Operations Research*, Vol. 17, No. 5, 427-435.
- Taha, H. A. (1996). *Operation Research: An Introduction*. Pearson Education Limited.
- Zabidi, & Yasrin. (2001). *Supply Chain Management: Teknik Terbaru dalam Mengelola Aliran Material/Produk dan Informasi dalam Memenangkan Persaingan*. Jakarta: Artikel Usahawan.